# Design of Tension Members ( Ties )

نسألكم الدعاء

IF you download the Free **APP.** RC Structures YASSER EL LEATHY on your smart phone or tablet, you will be able to play illustrative movies For any paragraph that has a QR code icon

اذا حملت تطبيق RC Structures YASSER EL LEATHY على تليفونك المحمول او اللوح السطحى ستستطيع أن تشغل أفلام شرح للمقاطع التى تحتوى على رمز

## Design of Tension Members Table of Contents.

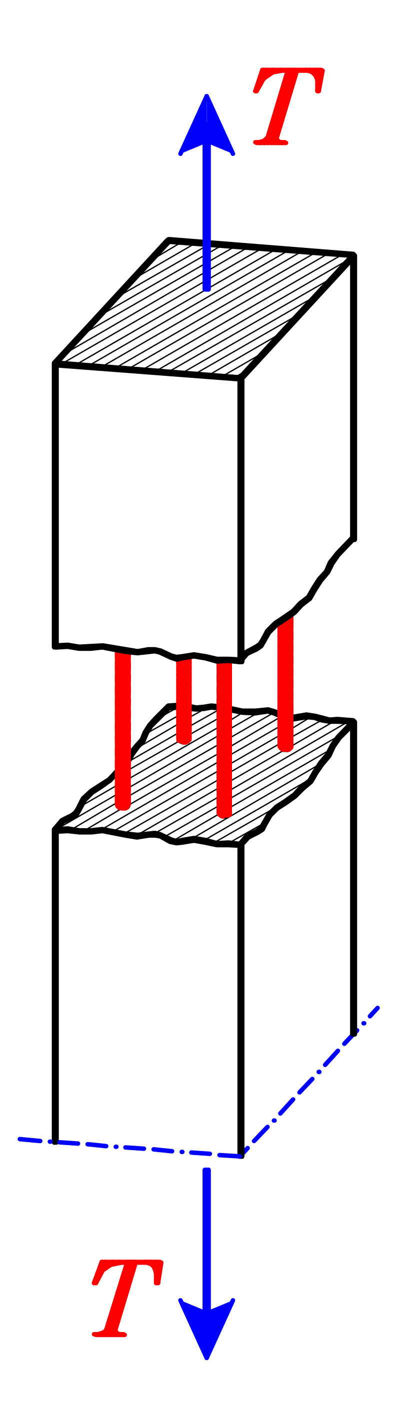
# Tension Members (Ties) الشدادات

## Introduction.



*Tie is a member subjected to Tension Force ( $T_U$ ) only.*

الشدادات عباره عن عنصر معرض لقوى شد فقط




يكون ال Tie معرض لشد فقط

فتحدث شروخ للخرسانه بالكامل .

و الحديد هو من يحمل كل قوى الشد المؤثره

لذا مساحه الحديد $A_s$ تكون كبيره نسبيا .

و الخرسانه لا تحمل اى احمال

و وظيفه الخرسانه الوحيده هو cover

للحديد لحمايته من الصدأ .

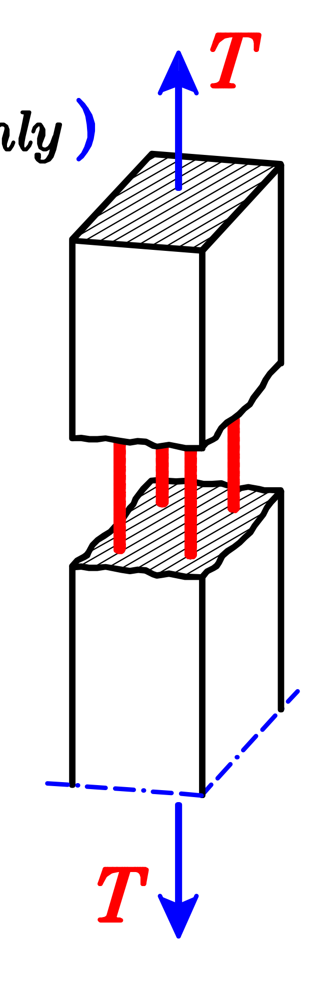
لذا مساحه الخرسانه $A_c$ تكون صغيره نسبيا .

# Design of Tie using U.L. Method.

External Force = Internal Force ( Steel only )

$$T_{U.L.} = Stress * Area$$

$$T_{U.L.} = \frac{F_y}{\gamma_s} * A_s$$




$$\therefore \quad A_s = \frac{T_{U.L.}}{F_y/\gamma_s}$$

و تكون الخرسانه الموضوعه عباره عن Cover للحديد للحفاظ عليه من الصداء

لذا مساحه الخرسانه $A_c$ تكون صغيره نسبيا .

Take $A_c \simeq (20 \rightarrow 40) A_s$

- و يفضل أن تكون $A_c$ على شكل مربع
- أقل أبعاد للقطاع الخرسانى (250*250)
- يكون القطاع دائما متماثل Symmetric
- توضع كانات خارجيه فقط $5\phi 8 \backslash m'$

# Reinforcement of Tie. تسليح ال Tie

لضمان نقل قوى الشد من ال Tie الى ال member الملاصق له

دون ان يحدث انزلاق slippage للحديد .



يجب أن يمتد تسليح ال Tie داخل ال member الملاصق له

مسافه لا تقل عن $L_d = 60\,\phi$

يبدأ حسابها من بعد C.L. ال member الملاصق له

لن يفرق اتجاه ال $L_d$

اذا كان للداخل ام للخارج فى قوه التماسك

أى أن كلا الاتجاهين صحيحين .

و ان كان اتجاه $L_d$ للخارج أفضل فى الصب

$L_d$ للداخل $L_d$ للخارج

# Reinforcement splices in Tie.

## و صلات التسليح فى ال Tie .

اذا زاد طول السيخ عن ١٢٫٠ م المفروض أن نعمل وصله فى سيخ الحديد .

و فى ال Tie يجب أن يكون نوع الوصله باللحام أو وصله ميكانيكيه.

Welded or Mechanical splices.

أى لن ينفع معها وصلات بالتراكب Lap splices

## Mechanical splices. الوصلات الميكانيكيه

يجب أن لا يقل قطر السيخ عن ١٦ مم **min ∅ 16**

و يستخدم معها جلب من الحديد الصلب مواصفاته لا تقل عن مواصفات الاسياخ الموصوله

كما يجب أن لا تقل مقاومه قطاع الجلبه عن ١٫٢٥ مره ل $F_y$ للاسياخ الموصوله .

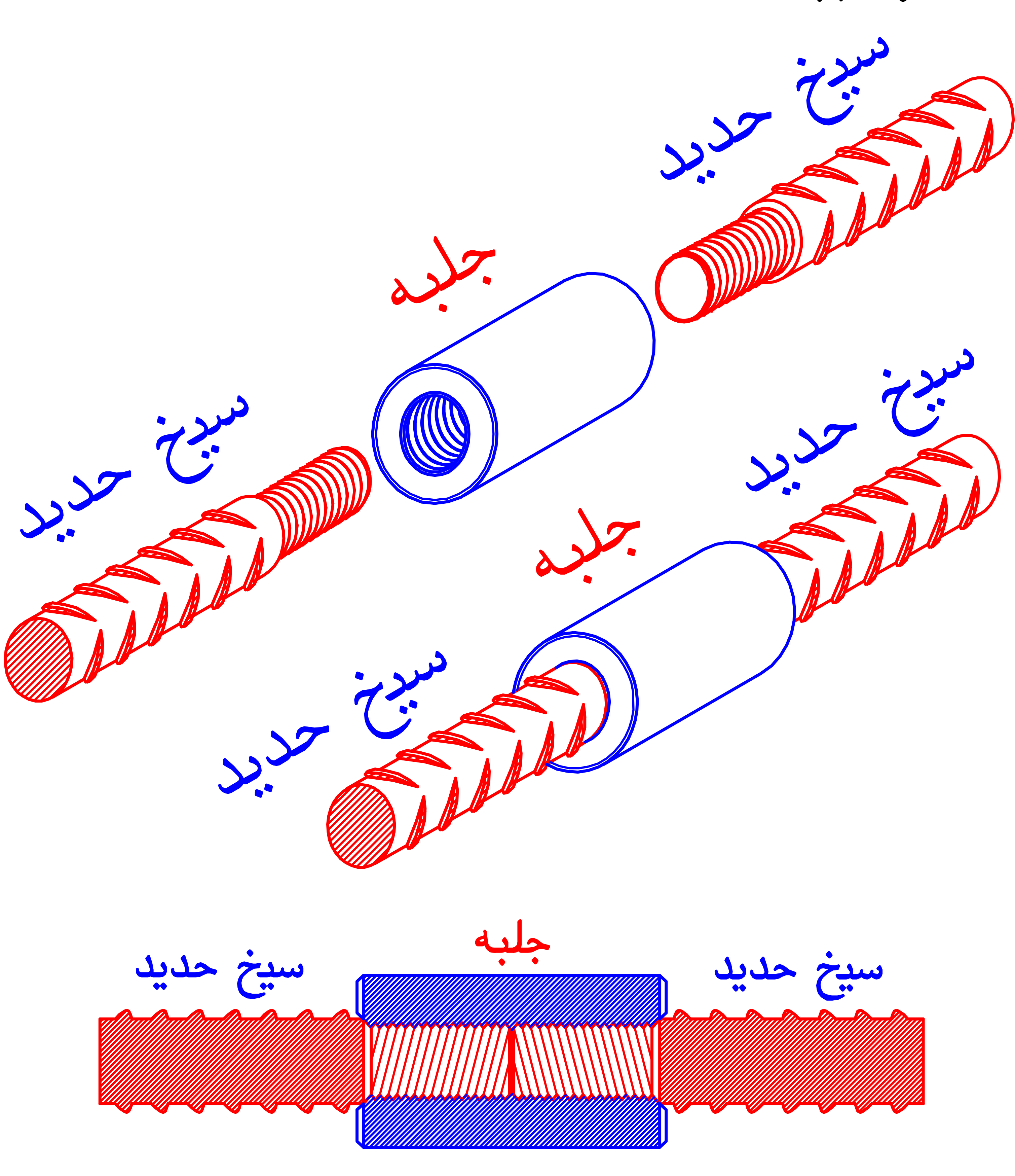
### و الوصله الميكانيكيه لها طريقتين للتنفيذ :

١ – بقلوظه الاسياخ من الخارج و الجلب من الداخل .

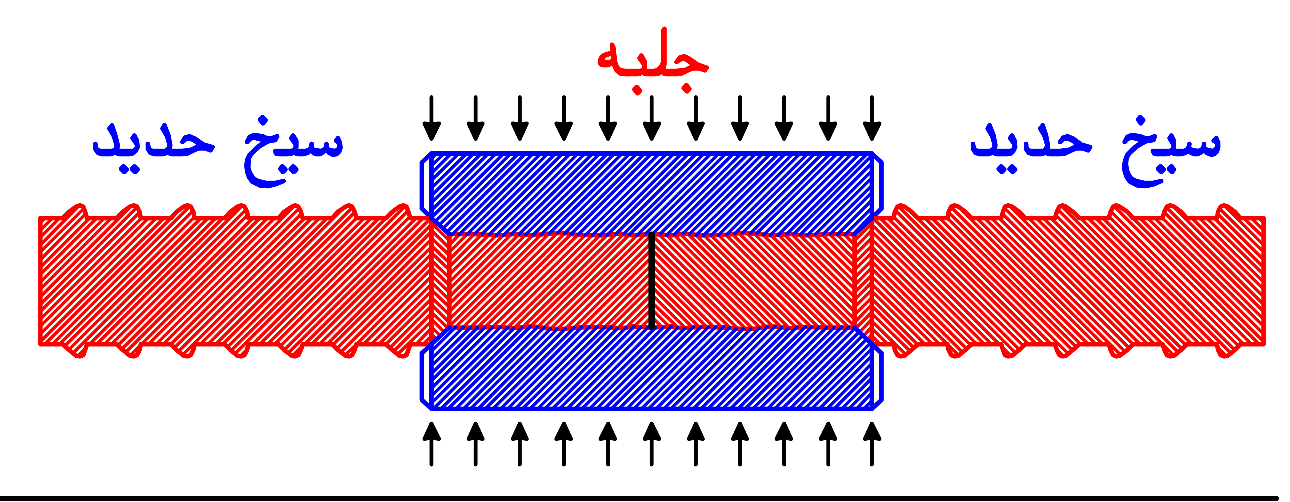
٢ – بضغط الجلب فى مكابس خاصه على نهايات الاسياخ ذات النتؤات .

## و الوصله الميكانيكيه لها طريقتين للتنفيذ :

١ـ بقلوظه الاسياخ من الخارج و الجلب من الداخل .
تنتقل الاجهادات بين الاسياخ بواسطه الارتكاز بين اسنان قلوظ السيخ و اسنان قلوظ الجلبه .



٢- بضغط الجلب فى مكابس خاصه على نهايات الاسياخ ذات النتوئات لتنقل الاجهادات بين الاسياخ بواسطه الاحتكاك بين السطح الداخلى للجلبه مع السطح الخارجى لنهايه الاسياخ .



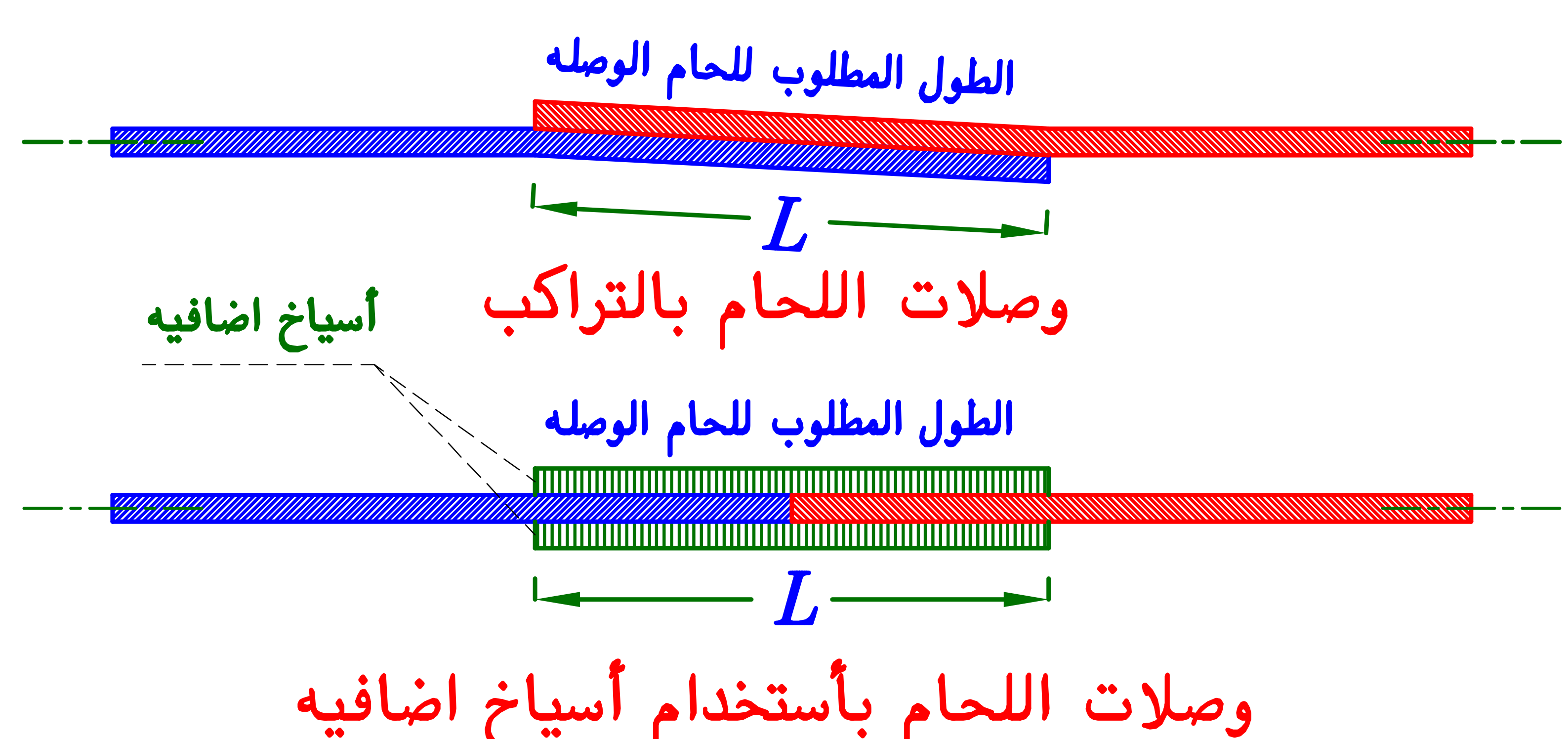

## *Welded* *splices.* وصلات اللحام

يجب أن لا يقل قطر السيخ عن ١٦ مم $min\ \phi\ 16$

١- يستخدم لحام كهربائى .

٢- يجب أن يكون محور السيخين الملحومين على استقامه واحده .

٣- يجب ان لا تزيد مساحه الاسياخ الملحومه فى قطاع واحد عن ٢٥ ٪ و باقى الوصلات على مسافات طوليه لا تقل عن ٢٠ مره قطر السيخ الملحوم .



## 1- Hanged Beams. الكمرات المعلقه

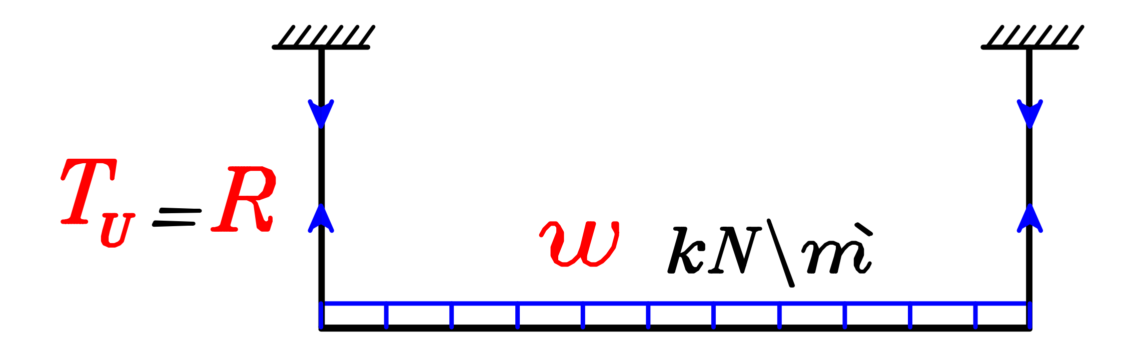
Ties

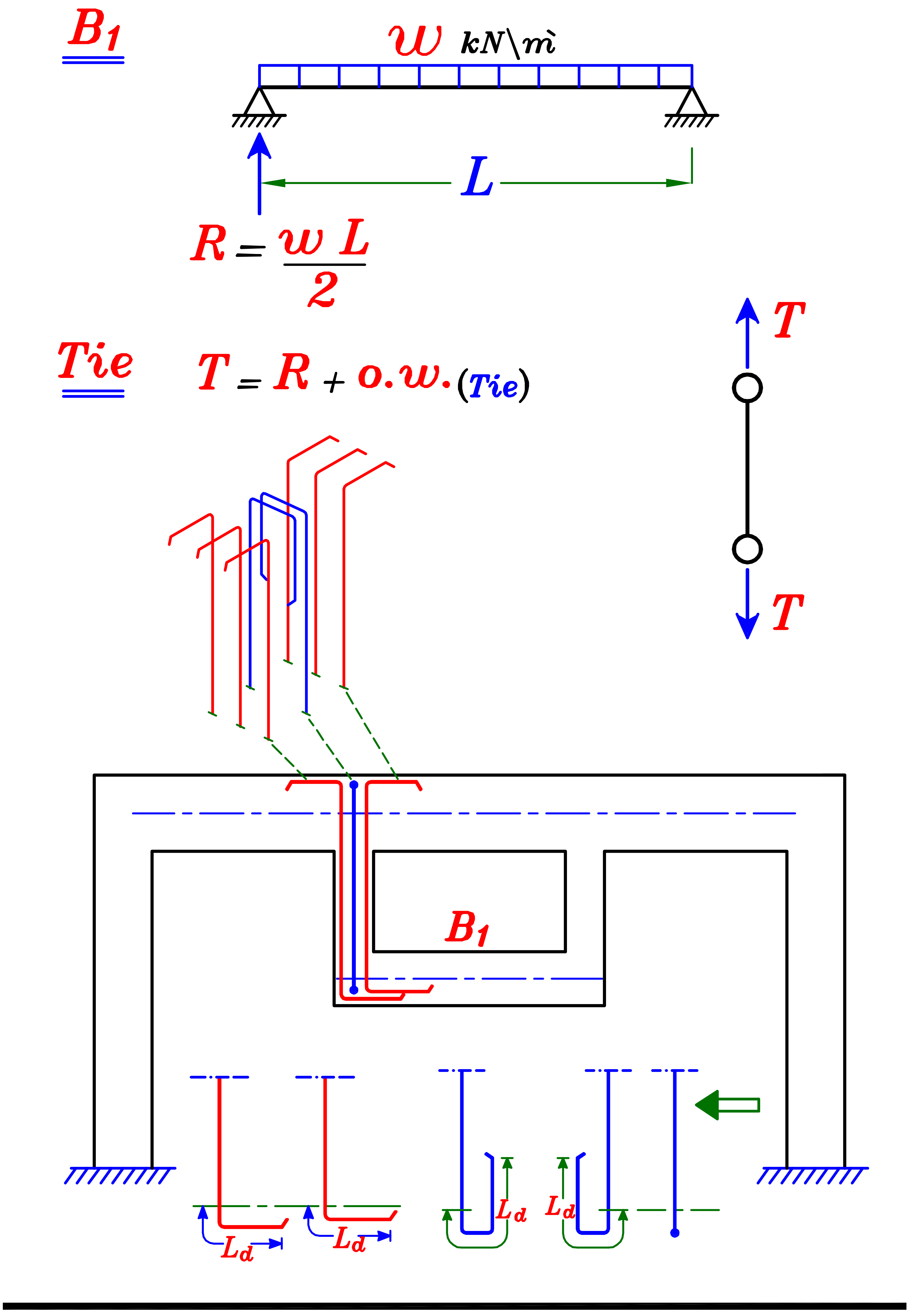
$B_1$

مكتب
في الدور
العلوى

Hanged Beam

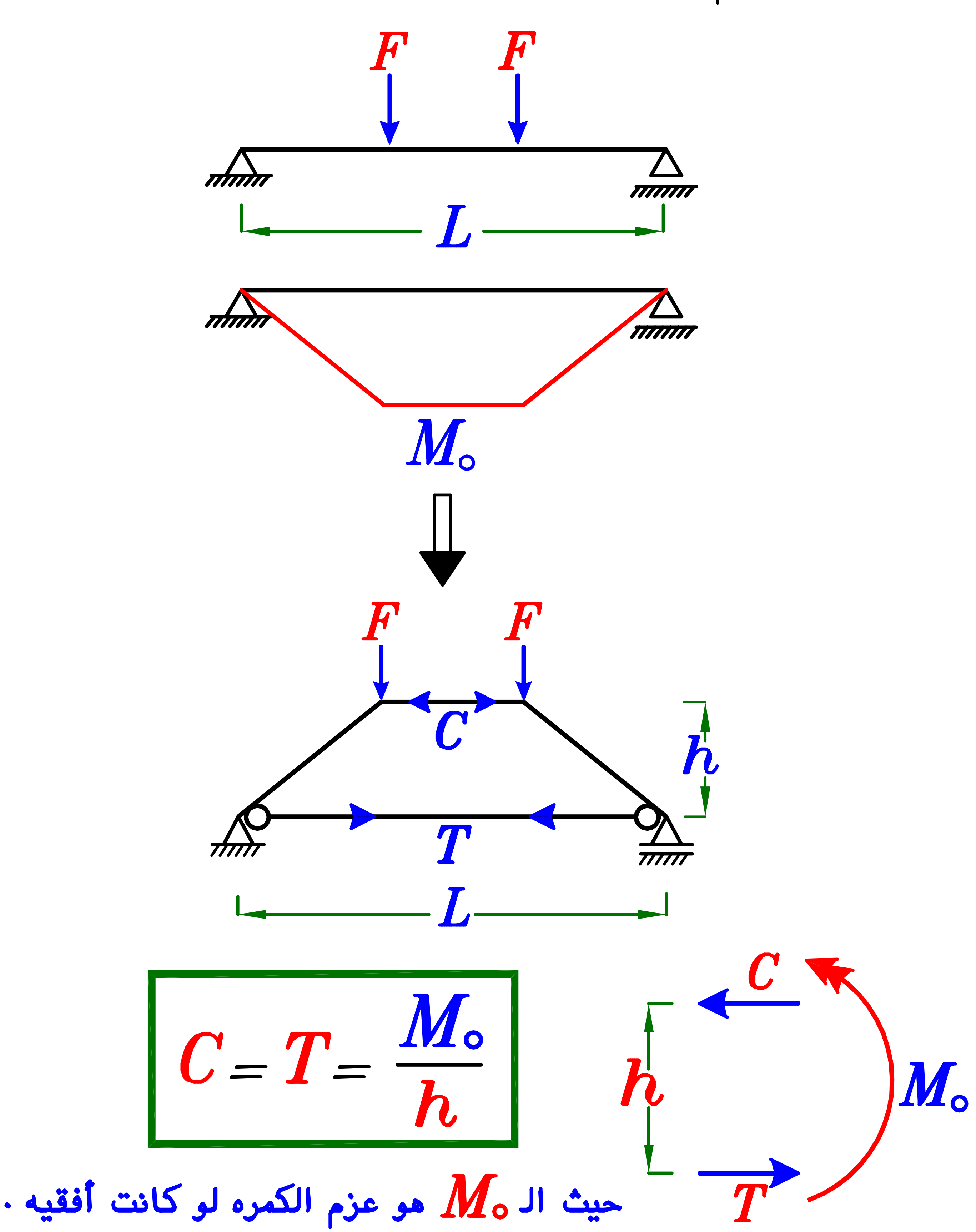
Frame




B1
w kN\m`
L
R = w L / 2
Tie
T = R + o.w.(Tie)
T
T
B1
Ld
Ld
Ld
Ld

## 2- Polygon Frames.

اذا رسمنا شكل ال (structure) عكس شكل ال (B.M.D.) بحيث انه يحمل نفس الاحمال التى كونت هذا ال moment فلن يؤثر عليه (B.M.) و لكن سيتكون عليه ازدواج (Couple) يتكون من قوتين متساويتين و متوازيتين و كل منهم اتجاهه مضاد للاخر .




$$C = T = \frac{M_o}{h}$$

حيث ال $M_o$ هو عزم الكمره لو كانت أفقيه .

# Example.

## Data.

$F_{cu} = 25 \quad N\backslash mm^2$

st. 360/520

$b = 250$ mm

(neglect the O.W.)

$F_{U.L.} = 400$ kN   $F_{U.L.} = 400$ kN

4.0

①

Joint @

5.0   5.0   5.0

15.0

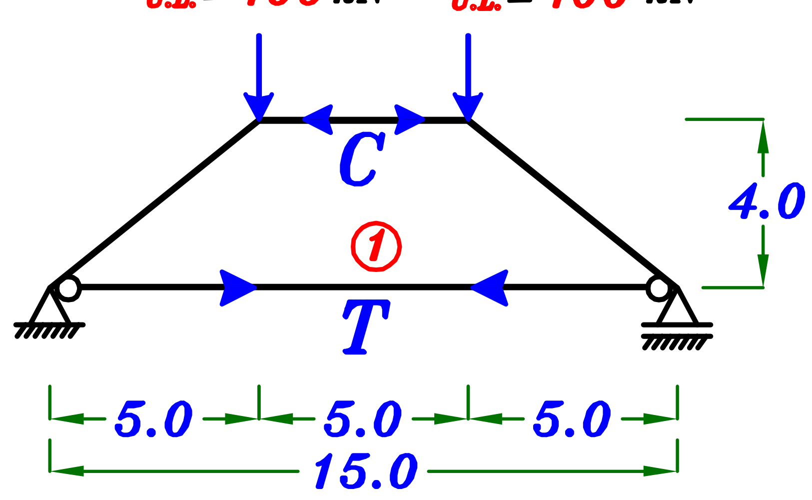


## Req.

① Design member ①

② Draw the details of RFT. For the Joint @

## Solution.




$$C = T = \frac{M_o}{h}$$

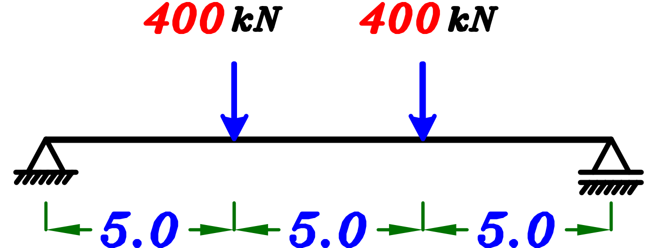
لحساب القوه فى ال member ① نحسبها من المعادلة

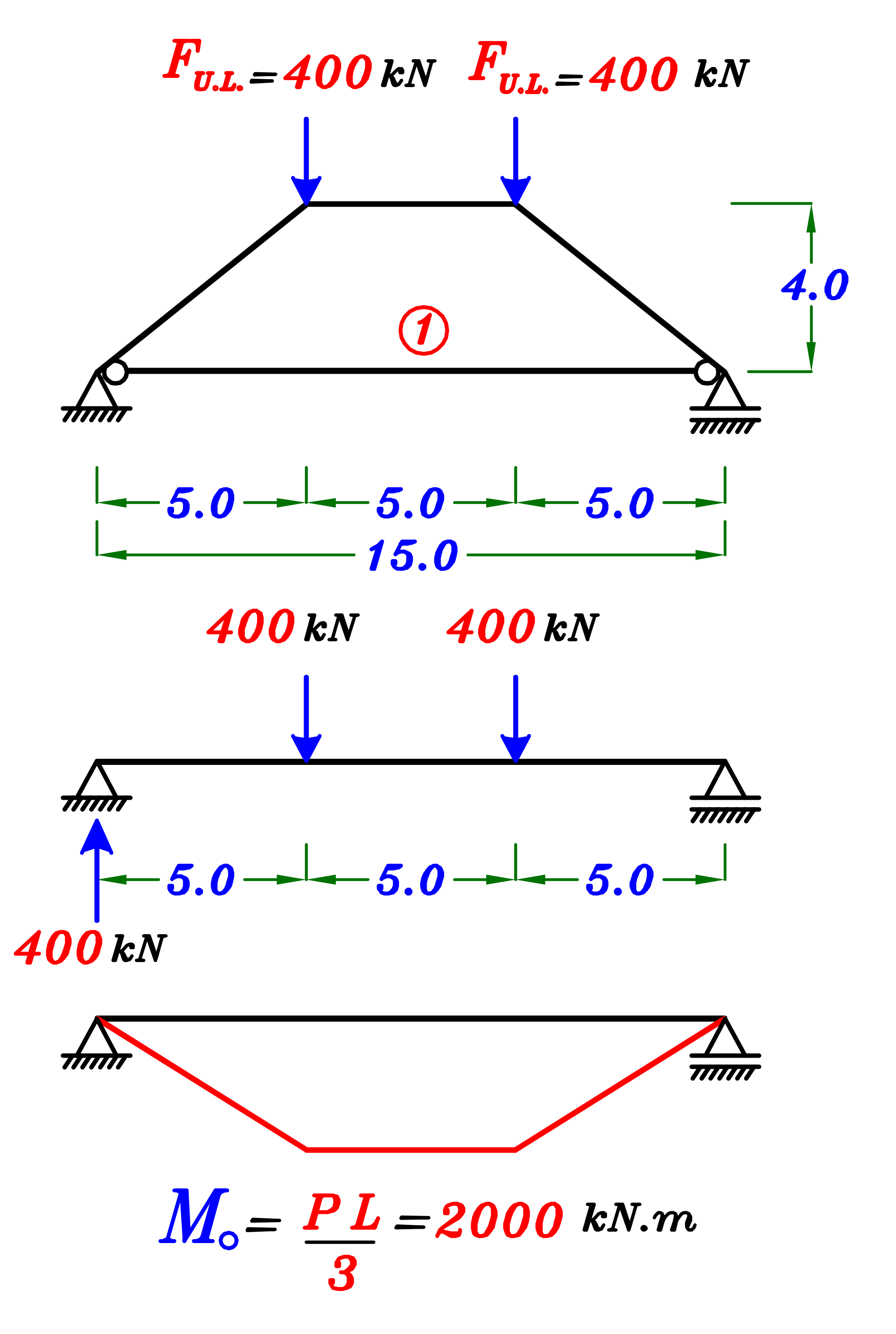
اذا يجب ان نحسب قيمه ال $M_o$ أولا

و لان ال $M_o$ هو عزم الكمره لو كانت أفقيه .

نرسم أولا كمره أفقيه طولها هو نفس المسقط الافقى لل Frame

و تحمل نفس الاحمال .






$$\because \; C = T = \frac{M_o}{h} \qquad \therefore \; C = T = \frac{2000}{4.0} = 500 \;\; kN$$

$$\therefore \; \boxed{T_{U.L.} = 500 \;\; kN}$$

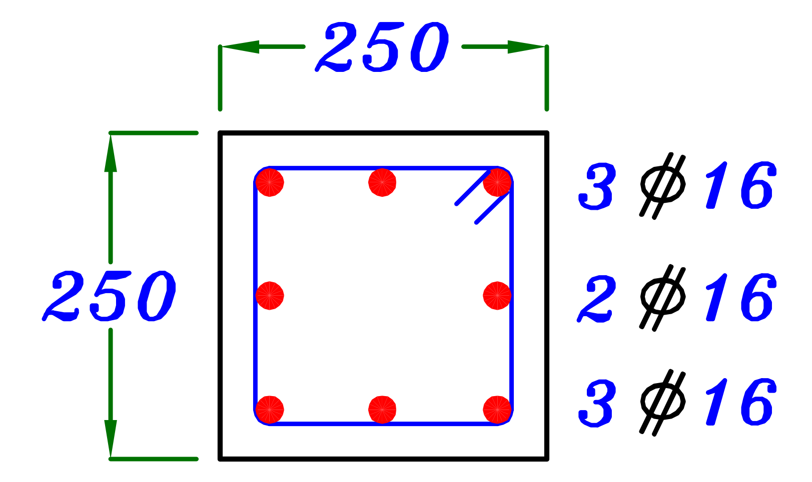
## * Design of member ① as a Tie

$$T_{U.L.} = 500 \text{ kN}$$

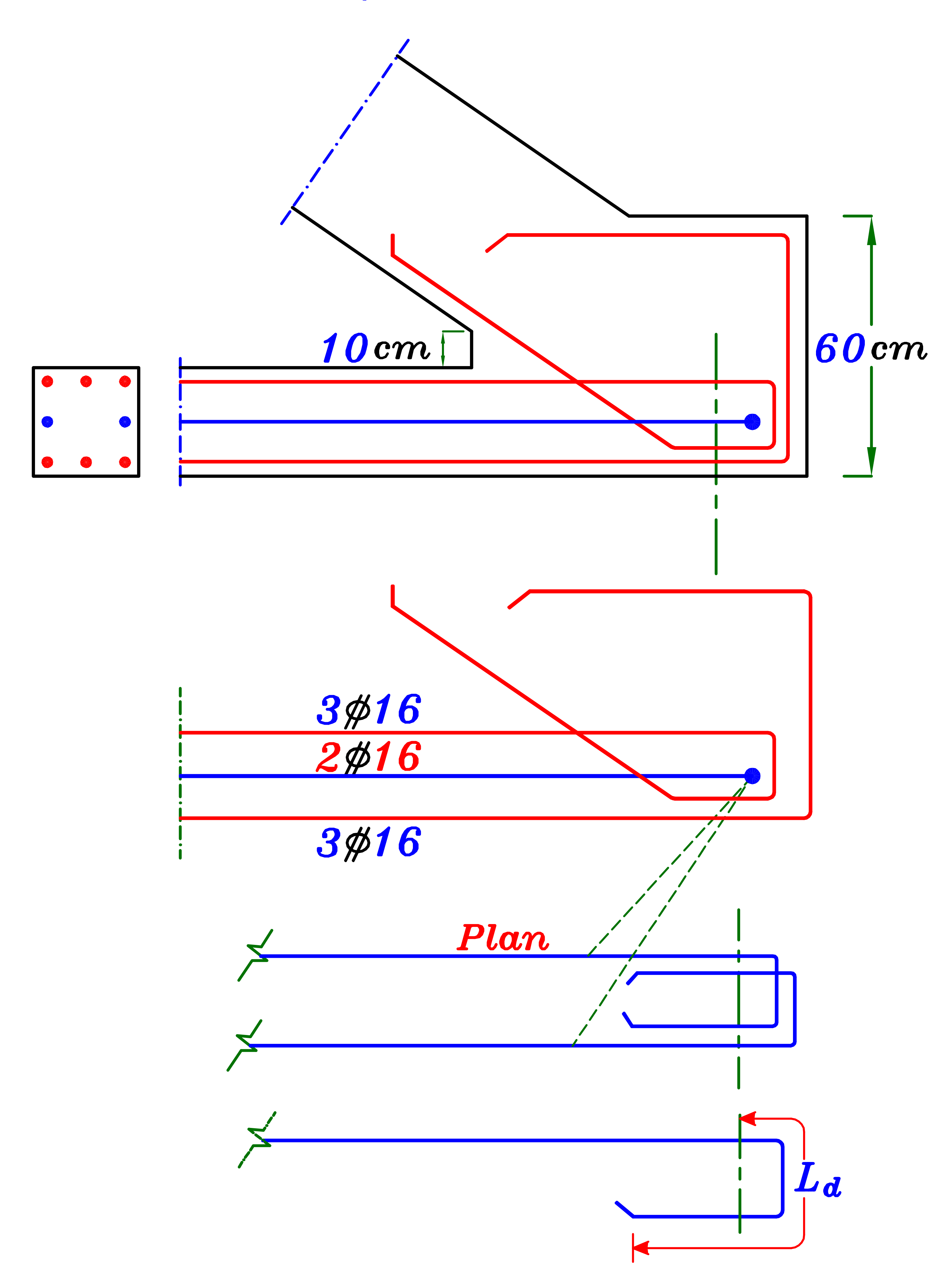
$$A_s = \frac{T_{U.L.}}{F_y/\gamma_s} = \frac{500 * 10^3}{(360 \backslash 1.15)} = 1597 \text{ mm}^2$$ **8 ϕ 16**

$$A_c \simeq (20 \rightarrow 40) A_s = (20 \rightarrow 40)(1597)$$

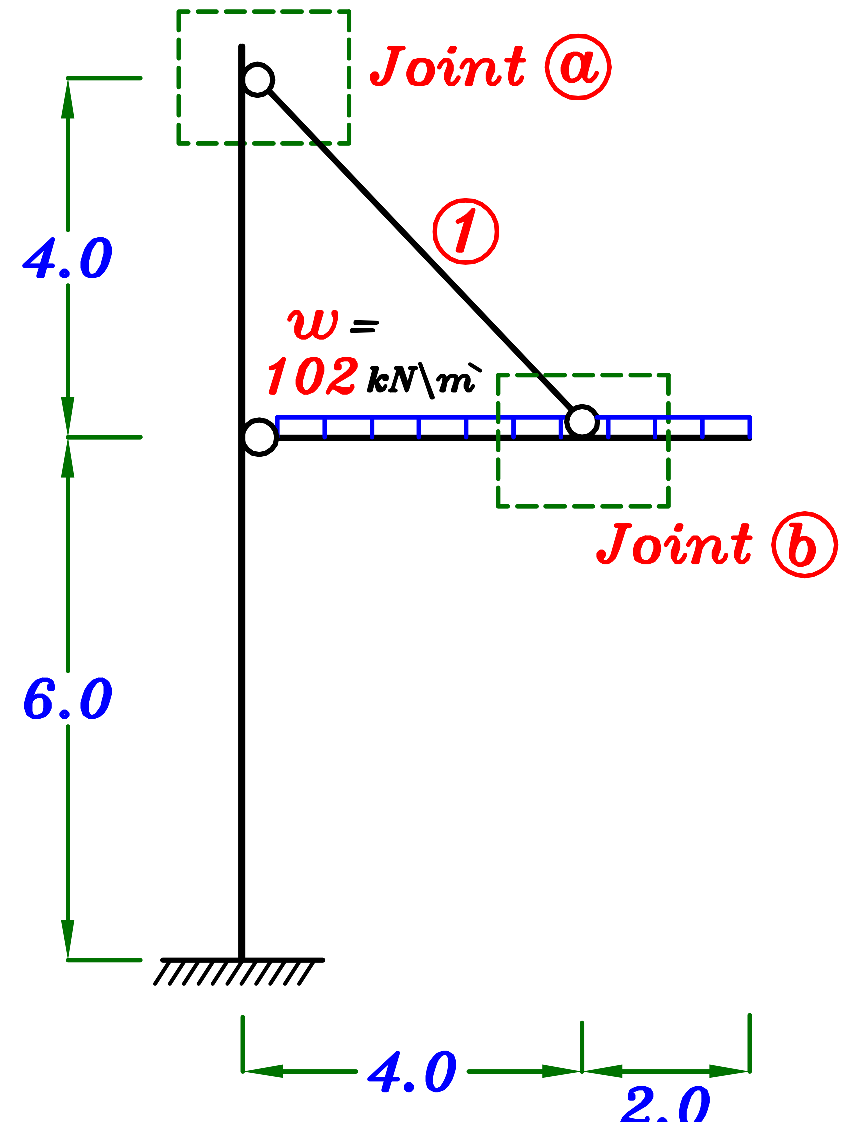
$$A_c = (31940 \rightarrow 63880) \text{ mm}^2$$ **(250 * 250)**



## ② Draw the details of RFT. For the Joint @



# Example.




$F_{cu} = 25 \ N\backslash mm^2$

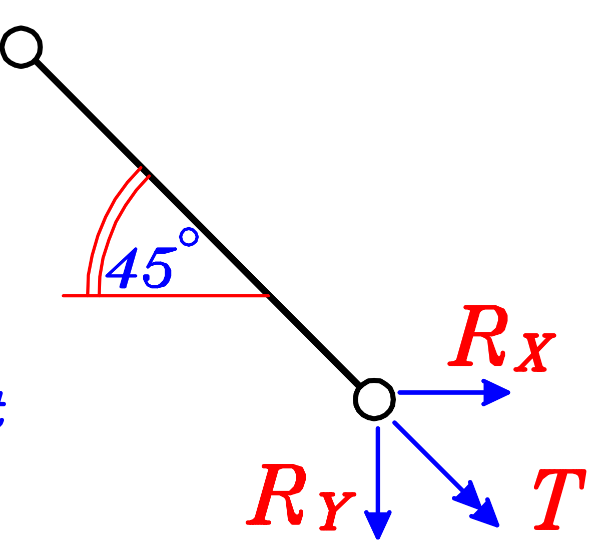
st. 360/520

# Req.

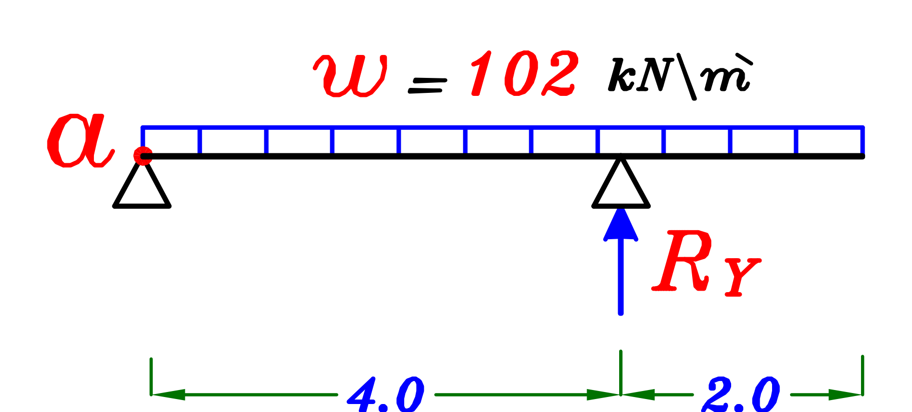
1– Design the member (a b)
Case of Total Load only.

2– Draw Details of RFT. of Joints ⓐ & ⓑ

# Loads.




By taking the moment at point ⓐ = zero




$$R_Y = 459.0 \text{ kN}$$

$$T = \frac{R_Y}{\cos 45^\circ}$$

$$= 649.12 \text{ kN}$$

## 1- Design the member (a b)

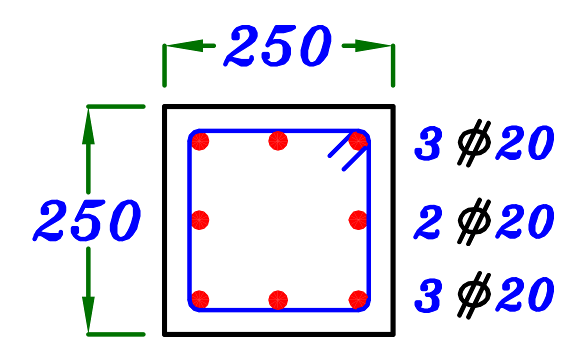
Designed as a Tie.

$$A_s = \frac{T_{U.L.}}{F_y/\gamma_s} = \frac{649.12 * 10^3}{(360\backslash 1.15)} = 2073.5 \text{ mm}^2$$

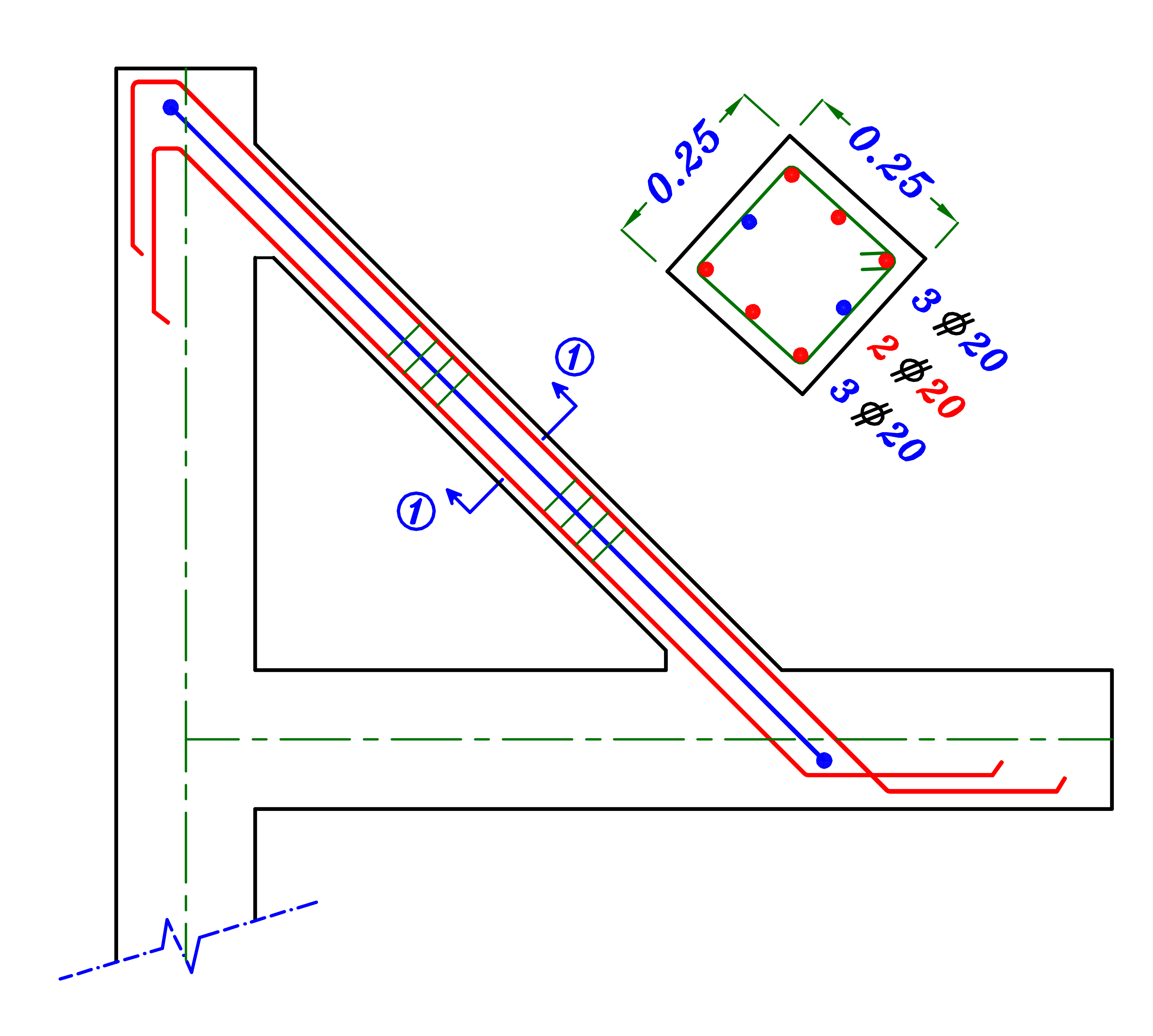
8 ϕ20

$$A_c = (20 \rightarrow 40)\ 2073.5 = (41470 \rightarrow 82940)$$

$$A_c = (250 * 250)$$



## 2 – Draw Details of RFT. of Joints ① & ②

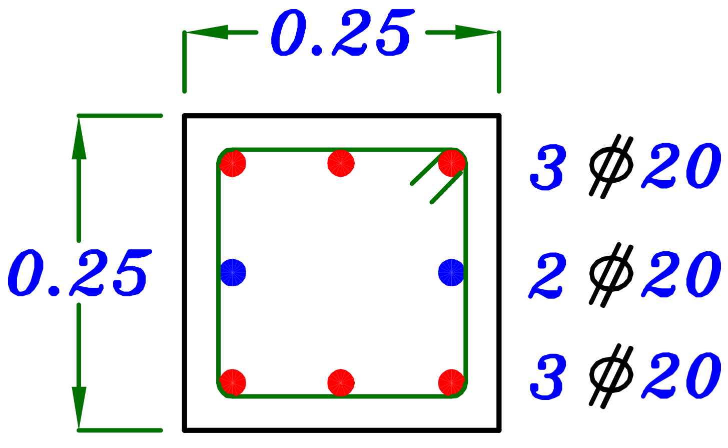


Plan

3 ϕ20

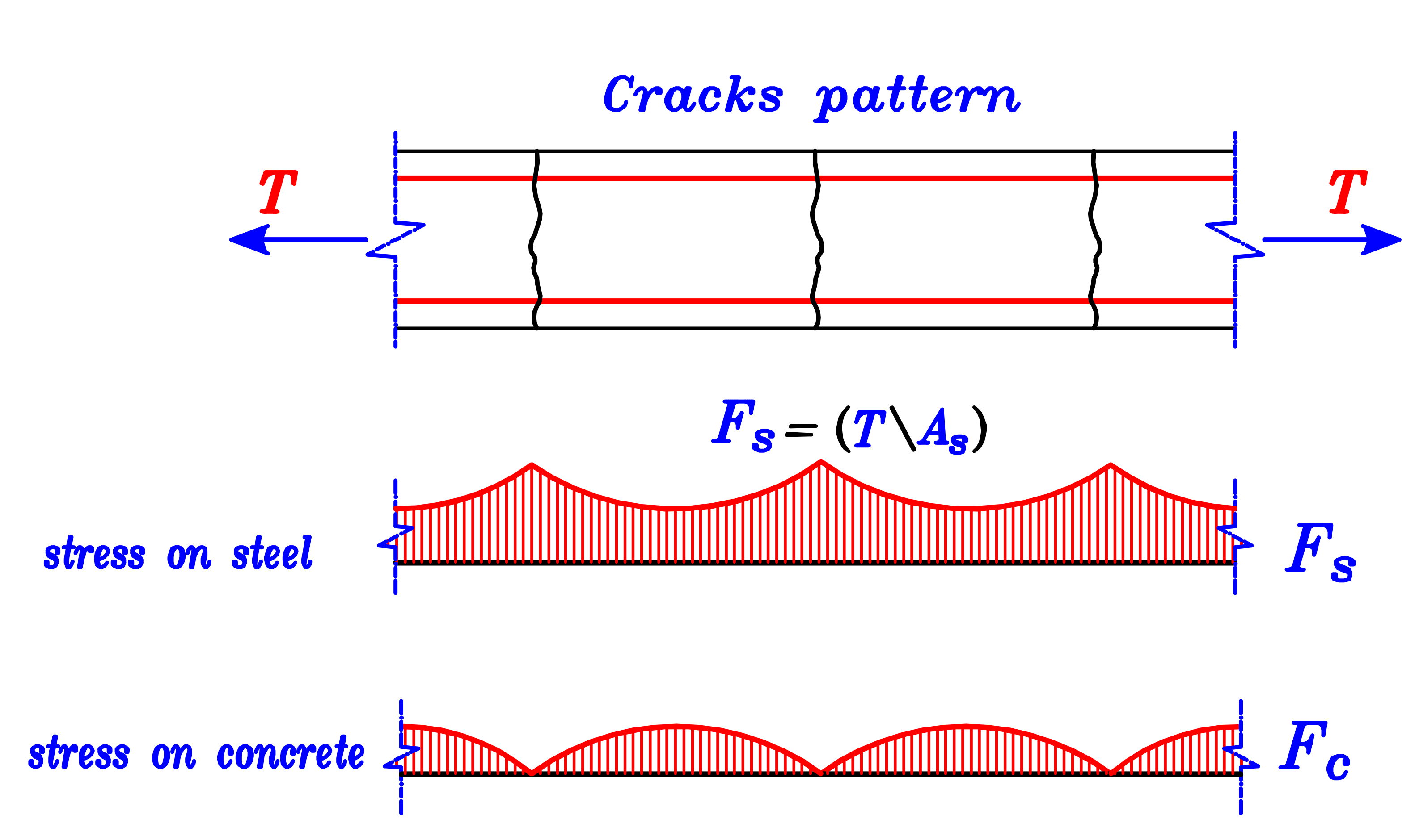
2 ϕ20

3 ϕ20




Sec. (1–1)

**Draw the cracks pattern and the stress distribution For Tension member.**



# Calculation of :

## – $T_{cr.}$ (Cracking Load) At cracking time.

Stress on Concrete = $F_c = F_{ctr} = 0.6\sqrt{F_{cu}}$ N\mm$^2$

Stress on Steel = $F_s = n\,F_c = n\,F_{ctr.}$ , $n$ = Modular Ratio = 10

External Force = Internal Force

$T_{cr.}$ = Stress * Area

$= F_{ctr.}\,(A_c) + n\;F_{ctr.}\,(A_s)$

$$T_{cr.} = F_{ctr.}\,(A_c + n\,A_s) = F_{ctr.}\,(A_V)$$

## – $T_w$ (Working Load)

Stress on Concrete = $F_c$ = Zero

Stress on Steel = $F_s$ ⟶ Egyptian Code Page (5–2)

$T_w$ = Stress * Area = $F_s\,(A_s)$

$$T_w = F_s\,(A_s)$$

## – $T_{ult.}$ (Ultimate Load)

Stress on Concrete = $F_c$ = Zero

Stress on Steel = $F_y$

$T_{ult.}$ = Stress * Area = $F_y\,(A_s)$

$$T_{ult.} = F_y\,(A_s)$$

## – $T_{U.L.}$ (Ultimate Limits Load)

Stress on Concrete = $F_c$ = Zero

Stress on Steel = $\dfrac{F_y}{\gamma_s}$

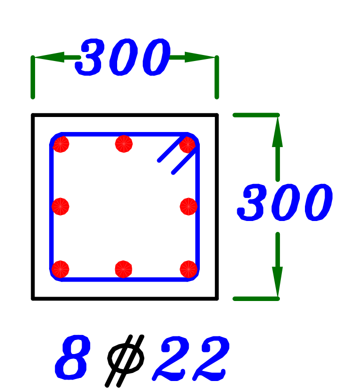
$T_{U.L.}$ = Stress * Area = $\dfrac{F_y}{\gamma_s}\,(A_s)$

$$T_{U.L.} = \frac{F_y}{\gamma_s}\,(A_s)$$

## جدول (٥-١) إجهادات التشغيل للخرسانة والصلب

| أنواع الإجهادات | المصطلحات | إجهادات التشغيل وفقاً لرتب الخرسانة حسب مقاومتها المميزة للمكعب القياسي بعد ٢٨ يوماً (ن/مم²) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| مقاومة الخرسانة المميزة (الرتبة) | $f_{cu}$ | 18 | 20 | 25 | 30 |
| الضغط المحوري $(e=e_{min})$ | $f_{co}$ | 4.5 | 5 | 6 | 7 |
| الانحناء أو الضغط كبير اللامركزية | $f_c$ | 7.0 | 8.0 | 9.5 | 10.5 |
| القص | | | | | |
| مقاومة الخرسانة للقص | | | | | |
| بدون تسليح في البلاطات والقواعد | $q_c$ | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 |
| بدون تسليح في الأعضاء الأخرى | $q_c$ | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 |
| وجود تسليح جذعي في جميع الأعضاء (القص واللي معا) | $q_2$ | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.1 |
| القص الثاقب | $q_{cp}$ | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 |
| الصلب الفولاذ | | | | | |
| 1- صلب طري 240/350 | $f_s$ | 140 | 140 | 140 | 140 |
| 2- صلب 280/450 | | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 3- صلب 360/520 | | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 4- صلب 400/600 | | 220 | 220 | 220 | 220 |
| 5- الشبك الملحوم 450/520 أملس | | 160 | 160 | 160 | 160 |
| ذو النتوءات أو ذو العضات | | 220 | 220 | 220 | 220 |

# Example.




## Data:

$F_{cu} = 20\ N\backslash mm^2$ st. 360/520

## Req. :

For the given Cross-Section

Calculate $T_{cr.}$, $T_w$, $T_{ult.}$, $T_{U.L.}$, F.O.S.

## Solution.

$A_c = 300 * 300 = 90000\ mm^2$ , $A_s = 8\phi22 = 3040\ mm^2$

– $T_{cr.}$ $F_{ctr} = 0.6\sqrt{F_{cu}} = 0.6\sqrt{20} = 2.68\ N\backslash mm^2$

$$T_{cr.} = F_{ctr.}(A_c + n\ A_s) = 2.68\,(90000 + 10 * 3040) = 322672\ N$$

$$\boxed{T_{cr.} = 322.67\ kN}$$

– $T_{w.}$ $F_y = 360\ N\backslash mm^2$ —Egyptian Code Page (5–2)→ $F_s = 200\ N\backslash mm^2$

$$T_w = F_s\,(A_s) = 200\,(3040) = 608000\ N \qquad \boxed{T_{w.} = 608.0\ kN}$$

– $T_{ult.}$ $F_y = 360\ N\backslash mm^2$

$$T_{ult.} = F_y\,(A_s) = 360\,(3040) = 1094400\ N \qquad \boxed{T_{ult.} = 1094.4\ kN}$$

– $T_{U.L.}$

$$T_{U.L.} = \frac{F_y}{\delta_s}(A_s) = \frac{360}{1.15}(3040) = 951652 N \qquad \boxed{T_{U.L.} = 951.65\ kN}$$

– F.O.S.

$$F.O.S. = \frac{T_{ult.}}{T_{w.}} = \frac{1094.4}{608.0} = 1.80 \qquad \boxed{F.O.S. = 1.80}$$